

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09061683  
 PUBLICATION DATE : 07-03-97

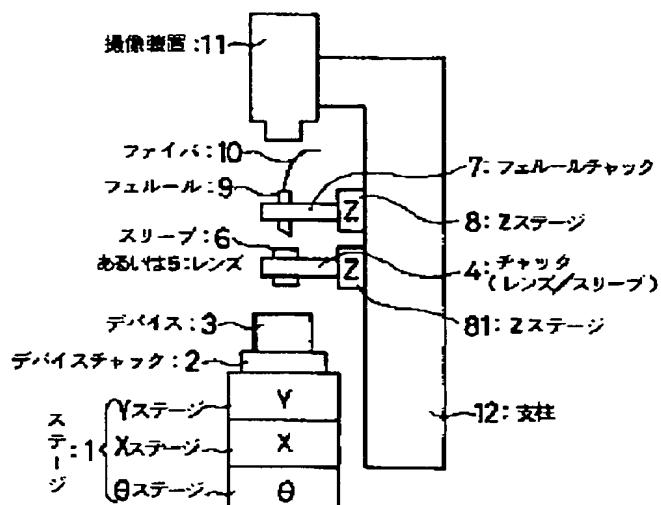
APPLICATION DATE : 24-08-95  
 APPLICATION NUMBER : 07216282

APPLICANT : FUJI ELELCROCHEM CO LTD;

INVENTOR : TOKUMASU TSUGIO;

INT.CL. : G02B 7/00 G02B 6/26 G02B 6/42

TITLE : OPTICAL DEVICE ASSEMBLING  
 METHOD AND ITS DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To easily, accurately and rapidly assemble an optical device by providing a mechanism for performing the axial adjustment of a lens and a fiber,  $\theta$  adjustment, the alignment of the lens considering an influence caused by the oblique cut of the fiber and the alignment of the fiber so that power fluctuation at the time of synthesizing light which is polarized and separated by an analyzer may be kept to the minimum in the device as for an optical device assembling method and its device.

SOLUTION: In a state where the lens 5 is held by a chuck 4 and allowed to approach to the device 3 on a stage 1, the light going toward the lens 5 from the device 3 is detected by an image pickup device 11 and the stage 1 is adjusted in XY directions so that the light may be made incident on the center position of the lens 5 and the light quantity is adjusted to be at a maximum position, whereby the lens 5 is fixed on the device 3. In a state where the fiber 10 and the sleeve 6 are allowed to approach to the device 3 on the stage while the fiber 10 is somewhat inserted in the sleeve 6, the light passing through the lens 5 from the device 3 and passing through the fiber 10 is detected and the stage 1 is adjusted in the XY directions and the light quantity is adjusted to be at the maximum position, whereby the sleeve 6, the fiber 10 and the device 3 are mutually fixed and assembled.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-61683

(43)公開日 平成9年(1997)3月7日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B	7/00		G 0 2 B	7/00
6/26			6/26	
6/42			6/42	

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 12 頁)

(21)出願番号	特願平7-216282	(71)出願人	000237721 富士電気化学株式会社 東京都港区新橋5丁目36番11号
(22)出願日	平成7年(1995)8月24日	(72)発明者	鈴木 洋一 東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気 化学株式会社内
		(72)発明者	井村 智和 東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気 化学株式会社内
		(72)発明者	徳増 次雄 東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気 化学株式会社内
		(74)代理人	弁理士 岡田 守弘

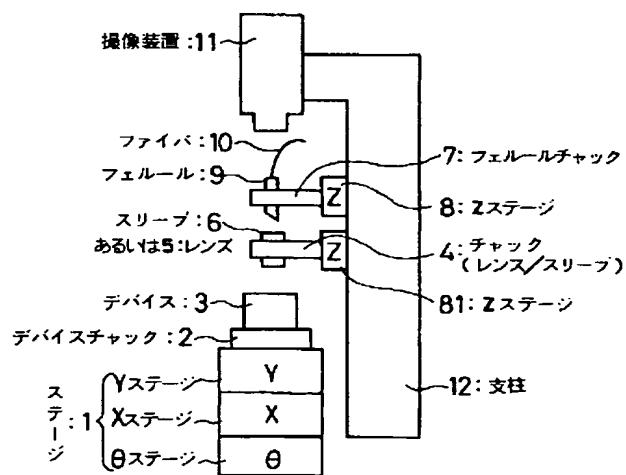
(54)【発明の名称】 光デバイス組立方法およびその装置

(57)【要約】

【目的】 本発明は、光デバイス組立方法およびその装置に関し、デバイスにレンズやファイバの軸調整、θ調整、ファイバの斜めカットによる影響を考慮したレンズの調芯、偏光して分離した光を検光子で合成するときのパワー変動を最小限にするファイバの調芯などを行う機構を設け、簡易、正確かつ迅速に光デバイスの組立を実現することを目的とする。

【構成】 レンズをチャックで保持してステージ上のデバイスに近づけた状態でデバイスからレンズに向かった光を撮像装置で検出し、光が該レンズの中心位置に入射するように該ステージをXY方向に調整して光量が最大の位置に調整してレンズをデバイスに固定し、ファイバを僅かスリーブに挿入した状態のまま両者をステージ上のデバイスに近づけた状態でデバイスからレンズを通してファイバを通った光を検出しステージをXY方向に調整して光量が最大の位置に調整しスリーブ、ファイバおよびデバイスを相互に固定し、組み立てるように構成する。

本発明の全体構成図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】デバイスをXY方向に移動するステージに固定した状態で、レンズをチャックで保持して当該ステージ上のデバイスに近づけた状態でデバイスからレンズに向かった光を撮像装置で検出し、光が該レンズの中心位置に入射するように該ステージをX方向およびY方向に調整した後にレンズをデバイスに固定し、

次に、スリーブを上記チャックに保持およびファイバ（あるいはファイバを固定したフェルール、以下同じ）をフェルールチャックに固定した状態で、ファイバを僅かスリーブに挿入した状態のまま両者を上記ステージ上のデバイスに近づけた状態でデバイスから既に固定したレンズでファイバに結合した光を検出し当該ステージをX方向、Y方向およびZ方向に調整して検出される光量が最大の位置に調整した後にスリーブ、ファイバおよびデバイスを相互に固定し、組み立てることを特徴とする光デバイス組立方法。

【請求項2】上記ファイバをデバイスにX方向、Y方向およびZ方向に調整する際に、合わせて当該ファイバとデバイスとのXY平面内の回転する方向に調整し、光量が最大の位置に調整することを特徴とする請求項1記載の光デバイス組立方法。

【請求項3】ファイバを斜めカットした場合に、デバイスをXY方向に移動およびXY平面内でθ方向に回転するステージに固定した状態で、レンズをチャックで保持してデバイスからレンズに向かった光ビームを撮像装置で検出し当該ステージをX方向およびY方向に調整して検出される光ビームがレンズの中心位置に入射するように調整した後、下式で求めた規定値しだけXY平面内で移動させた位置のデバイスに固定し、

次に、スリーブを上記チャックに保持およびファイバをフェルールチャックに固定した状態で、ファイバを僅かスリーブに挿入した状態のまま両者を上記ステージ上のデバイスに近づけた状態でデバイスから既に固定したレンズでファイバに結合した光を検出し当該ステージをX方向、Y方向、Z方向およびXY平面内で回転するθ方向に調整して検出される光量が最大の位置に調整した後にスリーブ、ファイバおよびデバイスを相互に固定し、組み立てることを特徴とする光デバイス組立方法。

$$L = f \times \tan(\sin^{-1}(n \times \sin \theta) - \theta)$$

ここで、fはレンズの焦点距離

nはファイバの屈折率

θはファイバの研磨角

【請求項4】上記ビームがレンズの中心位置に入射するように調整する手段として、上記デバイスから出射された光をレンズを介してZ方向の任意位置および少し異なるZ方向位置で光ビームをそれぞれ検出しその中心位置がほぼ同じになるようにファイバをX方向およびY方向に調整した後、出射される光ビームの出射角がファイバの斜めカット面で生じる屈折角と同じになるように上記

規定値しだけXY平面内でレンズを移動して上記ファイバに固定したコリメータであることを特徴とする請求項1ないし請求項3記載の光デバイス組立方法。

【請求項5】偏光子で2つの直交する直線偏光に分離された光ビームをそれぞれ検出する光デバイスをXY方向に移動するステージに固定、および出射された光ビームを入射するファイバをフェルールチャックに固定した状態で当該ファイバを通った光を検出し、

上記デバイスに入射する光の偏波面を回転させて上記ファイバを通して検出される光パワーを最大に調整しつつ上記ステージをX方向およびY方向に調整して上記ファイバを通して検出される光パワーを最大に調整したときのX方向およびY方向の座標(x1, y1)を測定し、次に、光デバイスの入射する光の偏波面を回転させて上記ファイバを通して検出される光パワーを最小に調整しつつ上記ステージをX方向およびY方向に調整して上記ファイバを通して検出される光パワーを最大に調整したときのX方向およびY方向の座標(x2, y2)を測定し、

これら測定した座標(x1, y1)および座標(x2, y2)の平均位置に上記ステージを移動した状態で光デバイスとファイバとを固定することを特徴とする光デバイス組立方法。

【請求項6】入射側光ファイバの接続されたデバイスを保持してXY方向に移動するステージと、

レンズあるいはスリーブを保持するチャックと、光ファイバに接続されたフェルールを保持するフェルールチャックと、該フェルールチャックをZ方向に移動するステージと、

デバイスを上記ステージに保持した状態で、レンズを上記チャックで保持して当該ステージ上のデバイスに近づけた状態でデバイスからレンズに向かった光を撮像装置で検出し、光が該レンズの中心位置に入射するように当該ステージをX方向およびY方向に調整した後にレンズをデバイスに固定する手段と、

スリーブを上記チャックに保持およびファイバを上記フェルールチャックに固定した状態で、ファイバを僅かスリーブに挿入した状態のまま両者を上記ステージ上のデバイスに近づけた状態でデバイスから既に固定したレンズでファイバに結合した光を検出し当該ステージをX方向、Y方向およびZ方向に調整して検出される光量が最大の位置に調整した後にスリーブ、ファイバおよびデバイスを相互に固定する手段とを備えたことを特徴とする光デバイス組立装置。

【請求項7】上記ステージにXY平面内で回転させるθステージを設け、

上記ステージをX方向、Y方向およびZ方向に調整する際に合わせてθステージを回転調整して検出される光量が最大の位置に調整した後にスリーブ、ファイバおよびデバイスを相互に固定することを特徴とする請求項8記

載の光デバイス組立装置。

【請求項8】入射側光ファイバの接続されたデバイスを保持してXY方向に移動およびXY平面内でθ方向に回転するステージと、

レンズあるいはスリーブを保持するチャックと、光ファイバの接続されたファイバを保持するフェルールチャックと、該フェルールチャックをZ方向に移動するステージと、

デバイスを上記ステージに保持した状態で、レンズを上記チャックで保持してデバイスからレンズに向かった光ビームを撮像装置で検出し当該ステージをX方向およびY方向に調整して検出される光ビームがレンズの中心位置に入射するように調整した後、下式で求めた規定値しだけXY平面内で移動させた位置のデバイスに固定する手段と、

次に、スリーブを上記チャックに保持およびファイバを上記フェルールチャックに保持した状態で、ファイバを僅かスリーブに挿入した状態のまま両者を上記ステージ上のデバイスに近づけた状態でデバイスから既に固定したレンズでファイバに結合した光を検出し当該ステージをX方向、Y方向、Z方向およびθ方向に調整して検出される光量が最大の位置に調整した後にスリーブ、ファイバおよびデバイスを相互に固定する手段とを備えたことを特徴とする光デバイス組立装置。

$$L = f \times \tan(\sin^{-1}(n \times \sin \theta) - \theta)$$

ここで、fはレンズの焦点距離

nはファイバの屈折率

θはファイバの研磨角

【請求項9】上記光ビームがレンズの中心位置に入射するように調整する手段として、上記デバイスから出射された光をレンズを介してZ方向の任意位置および少し異なる位置で光ビームをそれぞれ検出しその中心位置がほぼ同じになるようにファイバをX方向およびY方向に調整した後、出射される光ビームの出射角がファイバの斜めカット面で生じる屈折角と同じになるように上記規定値しだけXY平面内でレンズを移動して上記ファイバに固定して作成する手段を備えたことを特徴とする請求項8ないし請求項10記載の光デバイス組立装置。

【請求項10】偏光子で2つの直交する直線偏光に分離された光ビームをそれぞれ検出する光デバイスをXY方向に移動するステージと、光ファイバに接続されたフェルールチャックと、該フェルールチャックをZ方向に移動させるステージと、

上記光デバイスに入射する光の偏波面を回転させて上記ファイバを通して検出される光パワーを最大に調整しつつ上記ステージをX方向およびY方向に調整して上記ファイバを通して検出される光パワーを最大に調整したときのX方向およびY方向の座標(x1, y1)を測定、および光デバイスに入射する光の偏波面を回転させて上

記ファイバを通して検出される光パワーを最小に調整しつつ上記ステージをX方向およびY方向に調整して上記ファイバを通して検出される光パワーを最大に調整したときのX方向およびY方向の座標(x2, y2)を測定し、これら測定した座標(x1, y1)および座標(x2, y2)の平均位置に上記ステージを移動した状態で光デバイスとファイバとを固定する手段とを備えたことを特徴とする光デバイス組立装置。

【請求項11】レンズを上記光アイソレータに予め調芯して固定、あるいはレンズを上記ファイバを取り付けるフェルールに予め調芯して固定したことを特徴とする請求項12記載の光デバイス組立装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光デバイス組立方法およびその装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、光デバイスの組立は、熟練者が手作業で各種器具を使って長年の経験とかんに頼って例えば光ファイバの接続されたデバイスとファイバとレンズの光軸調整を行った後に溶接して固定するというようにしていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述したように光デバイスの組立を熟練者が手作業を行っていたため、例えば光受動部品のように低損失を求められる場合、光デバイスと、レンズとファイバとの光軸調整したりするために熟練者が非常に多くの時間を使って調整するという問題があった。

【0004】また、ファイバを斜めにカットして研磨した場合には、斜めにカットしたファイバを調芯するときにそのカットした面とデバイスに接続されたファイバのカットした面とがほぼ平行となるように目視によって熟練者が調整したり、あるいは斜めカットしたファイバから出射される光ビームの角度を測定してその角度に合わせて受光側のファイバのカットした面の調芯を行ったりする必要があり、調整に多くの時間が必要となってしまうという問題があった。

【0005】また、光通信などで有用な偏光無依存の光アイソレータ、光サーチューレータ、光スイッチなどの偏光子で入力光を分離し、検光子で再び合成する受動デバイスにおいて、合成時の損失の偏光依存性を相殺するために、デバイスに入射する偏光状態を手動で変化させ、出射する光パワーの変動幅が小さくなり収束するようにファイバをミクロンオーダーで調芯してから固定するようになっていたため、人手による長時間の調整作業が要求されてしまうという問題があった。

【0006】本発明は、これらの問題を解決するため、デバイスにレンズやファイバのXYZ調整、θ調整、ファイバの斜めカットによる影響を考慮したレンズの調

芯、挿入損失の偏波依存性を最小限にするファイバの調芯などする機構を設け、簡易、正確かつ迅速に光デバイスの組立を実現することを目的としている。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】図1、図8、および図9を参照して課題を解決するための手段を説明する。図1、図8、および図9において、ステージ1は、デバイスチャック2を搭載してX方向、Y方向に移動およびXY平面内で回転させるものである。

【0008】デバイスチャック2は、デバイスを保持するものである。デバイス3は、入射側ファイバを接続した組立対象のデバイスである。チャック4は、レンズ5あるいはスリーブ6を保持するものである。

【0009】レンズ5は、光を集束するレンズである。スリーブ6は、フェルール9を固定するためのものである。フェルールチャック7は、フェルール9を保持するものである。

【0010】フェルール9は、ファイバ先端に装着された円筒状の部品である。撮像装置11は、デバイス3から放射されレンズ5を通った光などを検出するものである。

【0011】レンズ5は、光ビームを平行になどするレンズである。

#### 【0012】

【作用】本発明は、デバイス3をXY方向に移動するステージ1に保持した状態で、レンズ5をZ方向に移動するステージ8に固定されたチャック4で保持して当該ステージ上のデバイス3に近づけた状態でデバイス3からレンズ5に向かった光を撮像装置11で検出し当該ステージをX方向およびY方向に調整した後にレンズ5をデバイス3に固定し、次に、スリーブ6をチャック4に保持およびフェルール（ファイバを固定したフェルール、以下同様）9をZ方向に移動するステージ8に固定された状態で、フェルール9を僅かスリーブ6に挿入した状態のまま両者をステージ1上のデバイス3に近づけた状態でデバイス3から既に固定したレンズ5でフェルール9のファイバに結合した光を検出し当該ステージ1をX方向およびY方向に調整しステージ8をZ方向に調整して検出される光量が最大の位置に調整した後にスリーブ6、フェルール9およびデバイス3を相互に固定し、組み立てるようにしている。

【0013】また、ステージ1にXY平面内で回転させるθステージを設け、ステージ1をX方向およびY方向に調整する際に、ステージ8をZ方向に調整し合わせてθステージを回転調整して検出される光量が最大の位置に調整した後にスリーブ、フェルールおよびデバイスを相互に固定し、組み立てるようにしている。

【0014】また、ファイバを斜めカットした場合に、デバイス3をXY方向に移動およびXY平面内でθ方向に回転するステージ1に固定した状態で、レンズ5をチ

ャック4で保持してステージ1上のデバイス3に近づけた状態でZ方向の任意位置および少し上の位置でデバイス3からレンズ5に向かった光ビームを撮像装置11でそれぞれ検出しステージ1をX方向およびY方向に調整して検出される光ビームの中心位置がほぼ同じとなる位置に調整した後、下式で求めた規定値しだけXY平面内で移動させた位置のデバイス3に固定し、次に、スリーブ6を上記チャック4に保持およびフェルール9をフェルールチャック7に固定した状態で、フェルール9を僅かスリーブ6に挿入した状態のまま両者をステージ1上のデバイス3に近づけた状態でデバイス3から既に固定したレンズ5を通してフェルール9に接続された光ファイバを通った光を検出し当該ステージ1をX方向、Y方向、Z方向およびXY平面内で回転するθ方向に調整して検出される光量が最大の位置に調整した後にスリーブ6、フェルール9およびデバイス3を相互に固定し、組み立てるようにしている。

#### 【0015】

$$L = f \times \tan(\sin^{-1}(n \times \sin \theta) - \theta)$$

ここで、fはレンズの焦点距離

nはファイバの屈折率

θはファイバの研磨角

また、デバイス3に前もって取り付けたファイバには平行ビームがデバイス3に入射するように光路にレンズが挿入されている。

【0016】また、出射側ファイバをXY方向に移動するステージ1に固定、および出射された光ビームを入射するファイバをフェルールチャック7に固定した状態で当該ファイバを通った光を検出し、出射側ファイバに結合する光パワーが最大になるように光デバイス3に入射する光の偏波面を回転させ、かつステージ1をX方向およびY方向に調整してファイバを通して検出される光パワーを最大に調整したときのX方向およびY方向の座標(x1, y1)を測定し、次に、出射側ファイバに結合する光パワーが最小になるように光デバイス3に入射する光の偏波面を回転させ、かつステージ1をX方向およびY方向に調整してファイバを通して検出される光パワーを最大に調整したときのX方向およびY方向の座標(x2, y2)を測定し、これら測定した座標(x1, y1)および座標(x2, y2)の平均位置にステージを移動した状態で光デバイス3とファイバを固定するようにしている。

【0017】従って、デバイス3にレンズ5やフェルール9のXYZ調芯およびθ調芯を行って固定する手段を設けることにより、簡易、正確かつ迅速に光デバイスを組立ることが可能となる。

【0018】また、ファイバを斜め研磨した場合に、レンズの中心に光ビームが入射している状態からレンズを規定値しだけ予めずらしておき、ファイバの斜めカットによる調整を不要とし、簡単に調芯することが可能とな

る。

【0019】また、光デバイスに入射される光の偏波面が変化しても、出射側ファイバに結合する光パワーの変動を最小にするように、ファイバに光ビームが入射する位置を自動調芯することにより、偏光依存性を相殺させることが可能となる。

【0020】

【実施例】次に、図1から図11を用いて本発明の実施例の構成および動作を順次詳細に説明する。

【0021】図1は、本発明の全体構成図を示す。図1において、ステージ1は、Xステージ、Yステージ、Zステージからなり、デバイスチャック2をX方向、Y方向に移動、XY平面内で回転、およびデバイスチャック2の面を任意の方向に移動させるものである。

【0022】デバイスチャック2は、デバイス3を固定して保持させるものである。デバイス3は、光ファイバを接続した組立対象である。チャック(レンズ/スリーブ)4は、レンズ5あるいはスリーブ6を保持してZ方向に移動可能なものである。

【0023】レンズ5は、デバイス5から出射された光を集束するものである。スリーブ6は、光ファイバの固定されたフェルール9をデバイス3に固定するためのものである。

【0024】フェルールチャック7は、フェルール9を固定して保持し、Z方向に移動可能なものである。Zステージ8、81は、Z方向にフェルールチャック7、撮像装置を移動させるものである。

【0025】フェルール9は、光ファイバを固定し、デバイス3に軸合わせして接続しようとするものである。光ファイバ10は、光を伝達するものである。

【0026】撮像装置11は、デバイス3から放射してレンズ5を通った光を検出するものであって、Z方向に焦点位置可変なものである。支柱12は、ステージ1、Zステージ8、81、および撮像装置11などを固定するものであり、Z方向に焦点位置可変ものである。

【0027】次に、図2のフローチャートに示す順序に従い、図1の構成の動作について、レンズ調整時に図3、およびファイバ調整時に図4を用いて詳細に説明する。図2において、S1は、デバイスをデバイスチャックにセットする。これは、図3に示すように、固定具18でデバイス3をデバイスチャック2に固定する。

【0028】S2は、レンズをレンズチャックにセットする。これは、図3に示すように、レンズ5をレンズつかみ治具14を使ってチャック(レンズ)4に固定する。S3は、レンズとデバイスを接触させて面合わせする。これは、図3に示すように、チャック(レンズ)4に固定したレンズ5をZステージ8によって下方に移動させ、デバイス3の面に接触させて面合わせ、即ち両者の面が丁度接するように調整する。

【0029】S4は、レンズとデバイスを非接触にす

る。これは、S3でレンズ5とデバイス3との面を平行にした後、レンズ5を上方に向少し持ち上げて非接触とする。S5は、X-Y調芯する。これは、図3に示すように、光源17から光ファイバとデバイス3を通った光ビームをレンズ5に向けて放射し、当該レンズ5を通った後の光ビームを上部に配置した図示のビジコンカメラ13によって撮影する。この撮影した光ビームのスポットについて、ビジコンカメラの焦点位置をZ方向に変化させ、この変化させたときにビジコンカメラ13によって撮影したスポット状の光が同心円上に変化するよう、ステージ1をX方向およびY方向に移動し、デバイス3から出射した光ビームの中心とレンズの中心とを一致させる。

【0030】以上のS1からS6の手順によって、デバイス3に対してレンズ5の面を平行にした後、デバイス3から出射した光ビームの中心とレンズの中心とを一致させ調整が完了したこととなる。

【0031】S7は、レンズとデバイスを接する。これは、後述する図5に示すように、面合わせおよび軸合わせの完了したレンズ5をデバイス3に接する、例えばYAG接する。

【0032】S8は、レンズチャックをフリーにする。以上のS1からS8の手順により、デバイス3にレンズ5を軸合わせして固定できたこととなる。

【0033】S9は、フェルールをフェルールチャックにセットする。これは、図4に示すように、フェルール8をフェルールチャック7に固定する。S10は、スリーブをスリーブチャックにセットする。これは、図4に示すように、スリーブ6をチャック(スリーブ)4に固定する。

【0034】S11は、フェルールをスリーブに少し挿入し、その距離を保ち下にさげてデバイスに接触させる。これは、図4に示すように、フェルール9を少し下に下げるスリーブ6内に挿入し、距離を保ち下に両者と一緒に下げるデバイス3に接触させ、面合わせを行う。

【0035】S12は、少し持ち上げて非接触にする。S13は、フェルールのXYZの調芯する。これは、図4に示すように、光源17から入射側ファイバを介してデバイスを経て調芯固定済みのレンズ5で集光し、スリーブ6内のフェルール9のファイバに結合された光を光ファイバを介して光センサ20によって光量を検出する。この検出した光量について、フェルール9をZ軸(上下)の所定範囲で移動およびデバイス3をステージ3によってX方向およびY方向の所定範囲内で移動させ、最大の光量が得られるX、Y、Zの位置を決定し、調芯する(ファイバ調芯する)。

【0036】S14は、一体化で下げる接触させ、ジンバルで面接触させる。これは、図4に示すように、調芯済みのフェルール9およびスリーブ6と一緒に下げるデバイス3の面にジンバル15によって面合わせして面接

触させる。

【0037】S15は、スリープとフェルール、スリープとデバイスを溶接する。これは、後述する図5に示すように、スリープ6とフェルール9、およびスリープ6とデバイス3をYAG溶接によって溶接して固定する。

【0038】以上のS9からS15の手順により、レンズ5の調芯済みのデバイス3にフェルール9の調芯した後、スリープ6によって両者を固定できることとなる。

図3は、本発明の動作説明図（レンズ調芯）を示す。この図3は、図1の構成のものと、レンズ調芯する場合の構成図である。

【0039】図3において、ビジコンカメラ13は、レンズ5を調芯するときに、光源17から光ファイバとデバイス3を通って投影され、レンズ5によって集光された光ビームを検出するものである。ここでは、ビジコンカメラ13をZ方向に上下させたときにレンズ5からの光ビームのスポットが同心円状に変化するように、ステージ1をX方向およびY方向に調整し当該レンズ5の軸をデバイス3から出射される光ビームの中心に合わせるようにしている。

【0040】チャック4は、ここでは、レンズ5を保持し、軸方向に移動させるものである。フェルールチャック7は、ここでは、レンズ調芯のときに軸上で邪魔にならないように軸外に外すようにしている。

【0041】図4は、本発明の動作説明図（ファイバ調芯）を示す。この図4は、図1の構成のものと、ファイバを調芯（即ちフェルール9を調芯済みのレンズ5とデバイス3に調芯）する場合の構成図である。

【0042】図4において、光センサ20は、光源17からデバイス3を経て、レンズ5で集光された光ビームを、フェルール9から取り込んでそのときの光量を検出するものである。ここでは、フェルール9をZ方向に上下させたときにフェルール9によって取り込んだ光量が最大となるように、ステージ1をX方向およびY方向に調整、更にフェルールチャック7をZ方向に調整するようにしている。

【0043】フェルールチャック7は、フェルール9を保持し、Z方向に移動せるものである。チャック（スリープ）4は、スリープ6を保持してフェルール9が少し挿入された状態で一緒に軸方向に移動せるものである。

【0044】図5は、本発明のレンズ/ファイバ調芯例（その1）を示す。この図5は、ファイバが平坦にカットして研磨されている同士を接続する場合のものである。図5において、溶接と記載した部分は、既述したレンズ5をデバイス3に調芯した後に溶接、およびフェルール9を調芯、固定済みのレンズ5で集光された光に調芯した後に、デバイス3に溶接し、固定したものである。

【0045】図6は、本発明のレンズ/ファイバ調芯例

（その2）を示す。この図6は、ファイバを斜めにカットして研磨し、光アイソレータを間に挿入して接続する場合のものである。

【0046】図6において、溶接と記載した部分は、既述したレンズ5をデバイス3に調芯した後に溶接、およびフェルール9を調芯、固定済みのレンズ5で集光された光に調芯した後に、デバイス3に溶接し、固定したものである。

【0047】θ方向の調芯を行うために、図1の構成図に示すように、ステージ1に、θステージを設け、XY平面内でデバイス3を回転させるように工夫されている。フェルール9およびデバイス3内のファイバを斜めカットして研磨した場合には、既述した図2のS13のフェルールのXYZ調芯した後、更にθ調芯を行った後、図2のS14に進むようにする。

【0048】ここで、θ調芯は、図4の構成のものと、光センサ20が、光源17、ファイバ、デバイス3、レンズ5、フェルール9、ファイバを介して検出する光量が最大となるように、ステージXによってX方向に調整、ステージYでY方向に調整、フェルールチャック7でZ方向に調整、θステージでXY平面内でθ方向に調芯することを相互に繰り返し、光量が最大となるX、Y、Z、θの値に調芯した後、固定する。

【0049】以上によって、ファイバを斜めカットして研磨した場合であっても、最大光量が得られるようにXYZθ調芯を簡易、正確かつ迅速に行うことが可能となる。次に、図7のフローチャートに示す順序に従い、図8を用いてファイバを斜めカットし研磨したときの当該斜めカットの部分で光ビームが屈折することによるレンズの調芯を行うときの動作を詳細に説明する。

【0050】図7は、本発明の調芯フローチャートを示す。図7において、S21は、デバイスとデバイスチャックにセットする。これは、図3に示すように、固定具18でデバイス3をデバイスチャック2に固定する。

【0051】S22は、レンズをレンズチャックにセットする。これは、図3に示すように、レンズ5をレンズつかみ治具14を使ってチャック（レンズ）4に固定する。S23は、レンズとデバイスを接触させて面合わせする。これは、図3に示すように、チャック（レンズ）4に固定したレンズ5をZステージ8によって下方に移動させ、デバイス3の面に接触させて面合わせ、即ち両者の面が丁度接するように調整する。

【0052】S24は、レンズとデバイスを非接触にする。これは、S23でレンズ5とデバイス3との面を平行にした後、レンズ5を上方向に少し持ち上げて非接触とする。

【0053】S25は、デバイスから出力されるビームをカメラで取り込み、ビームの中心（x1、y1）を記憶する。S26は、カメラを少し上げ、再びカメラで取り込み、ビームの中心（x2、y2）を記憶する。

【0054】S27は、 $x_1 = x_2$ 、 $y_1 = y_2$ になるようにX、Yステージを調整する。これらS25、S26、S7は、後述する図9に示すように、レンズ5から放射されるビームをビジコンカメラ13で取り込み、そのときの位置( $x_1$ 、 $y_1$ )と、少しビジコンカメラ13を上に上げた位置で取り込み、そのときの位置( $x_2$ 、 $y_2$ )を取り込み、 $x_1 = x_2$ 、 $y_1 = y_2$ となる、即ちデバイス3に接続されたファイバから出射した

$$L = f \times \tan(\sin^{-1}(n \times \sin \theta) - \theta)$$

fはレンズの焦点距離

nはファイバの屈折率

$\theta$ はファイバの研磨角

として求める。規定値Lは、ファイバを斜めカットして研磨したときに最大の光量が得られるときの軸からの距離としてあって、計算によって求めたこの規定値しだけ軸からずらしておくことにより、当該ファイバを斜めカットしたことによる出射角度の調整後の処理で不要となり、以降の調芯処理を高速に行なうことが可能となる。

【0056】図8は、本発明のレンズ調芯説明図(その1)を示す。ここで、デバイス3中のファイバの斜めカットの面から放出された光ビームは屈折するので、逆にファイバを斜めにカットした面に入射する光ビームを全部入射させるには屈折する分だけ斜めから入射させればよい。従って、図示のように、光ビームが丁度、斜めカットの面に全部が入射するように図示の(式1)で算出した規定値しだけ軸から平行移動した位置にレンズ5を固定しておく。これにより、レンズ5から屈折してフェルール9のファイバの斜めカットの面に入射して全部がファイバ内に入り込むので、フェルール9内のファイバの斜めカットのファイバの調芯が簡単となる。

【0057】次に、図9から図11を用いて、光デバイス3の偏光子によって2つの直交する直線偏光に分離された例えは2つの光ビームがレンズから出射され、これら2つの光ビームを図11に示す斜めカットのファイバに図示のように入射させて結合するときに、出射した光ビームがファイバに効率よく結合できるように調芯し、更に、光ビームの偏光状態の変動に対してその影響を最小限にするように自動調整するときの構成および動作を詳細に説明する。

【0058】図9は、本発明の他の構成ブロック図を示す。図9において、Zステージ21は、出力コリメータ22である斜めカットして研磨しファイバを固定したフェルールをZ軸方向に移動させるものであって、例えは図1のZステージ8などのZ軸方向に移動させるステージである。

【0059】出力コリメータ22は、光アイソレータ24から出射された2つの偏波面の異なる光ビームを結合するものであって、例えは後述する図13に示す斜めカットして研磨した光ファイバをスリーブに固定したものである。

光ビームがレンズの中心位置に入射するように、XステージおよびYステージでX方向およびY方向に移動して軸に一致させる。

【0055】S28は、Xステージで規定値しだけ移動する。そして、図2のBのS6以降を行う(尚、図2では $\theta$ ステージによる回転方向の調整は記述していないが、図7の説明中にあるように $\theta$ 方向の調整も合わせて行う)。ここで、規定値Lは、

$$(式1)$$

【0060】光パワーメータ23は、出力コリメータ22のファイバに入射して伝送される光パワーを測定するものであって、測定値を制御コンピュータ30に通知するものである。

【0061】光アイソレータ24は、光ビームを偏光して例えは2つの光ビームに分離などするものであって、既述した図6の構成を持つものである。Xステージ25およびYステージ26は、光アイソレータ24をX方向およびY方向に移動して調整するものであって、既述した図1のXステージおよびYステージに対応するものである。

【0062】偏波コントローラ27は、光アイソレータ24に入射する光の偏波面を回転させるものであって、制御コンピュータ30によって指示された偏波面に制御するものである。

【0063】ステージドライバ28は、Xステージ25およびYステージ26を移動制御するものであって、制御コンピュータ30によって指示されたX方向およびY方向の位置に制御するものである。

【0064】LD光源29は、光ビームを発生し、ファイバを介して光アイソレータ24に供給するものである。次に、図10のフローチャートに示す順序に従い、図9の構成の動作を詳細に説明する。

【0065】図10において、S31は、入力偏光の切り替えを行う。これは、図9の偏波コントローラ27が光アイソレータ24に入射される光ビームの偏波面を少し回転させて光アイソレータから光ビームを出射し、出力コリメータ22の斜めカットしたファイバの入射面に入射させる。

【0066】S32は、光パワーのピークを判別する。これは、S31で図9の出力コリメータ22の斜めカットしたファイバに入射された光ビームの光パワーを、光パワーメータ23が測定し、光パワーのピーク(最大値)を判別する。YESの場合には、S33に進む。NOの場合には、S31を繰り返し、光パワーが最大となる光アイソレータ24に入射する光ビームの偏波面に調整する。

【0067】S33は、S32のYESで光パワーのピークが検出されるように、アイソレータ24の偏波面が調整されたので、そのときのパワー値P1および偏波面の回転角度 $\beta$ 1を記憶する。

【0068】S34は、XY調芯する。これは、既述したように、図9の光アイソレータ24を搭載したXステージ25およびYステージ26をX方向およびY方向に少しづつ移動させる。

【0069】S35は、S34で移動させた位置で光ビームがピークになったか判別する。これは、図9の出力コリメータ22の斜めカットしたファイバに入射された光ビームの光パワーを、光パワーメータ23が測定し、光パワーのピーク（最大値）か判別する。YESの場合には、S36に進む。NOの場合には、S34を繰り返し、光パワーが最大となるXステージ25およびYステージ26のX方向およびY方向の位置を調整する。

【0070】S36は、S35のYESで光パワーのピークが検出されるように、アイソレータ24から出射される光ビームのX方向およびY方向の位置が調整されたので、そのときのパワー値P2を記憶する。

【0071】S37は、P2-P1が規定値以下か判別する。YESの場合には、最大の光パワー値が得られるように、偏波面の回転角 $\beta_1$ および位置が調整されたので、S38でそのときのXY座標（x1, y1）を記憶し、S39に進む。一方、S37のNOの場合には、未調整としてS31以下を繰り返す。

【0072】以上のS31からS38によって、光アイソレータ24の出力コリメータ22の斜めカットしたファイバに対して出射する光ビームの偏波面の回転角度 $\beta_1$ およびXY位置の調整を繰り返し、ファイバに入射して光パワーメータ23で検出される光パワーがピーク値となるときの光アイソレータ24の偏波面の回転角 $\beta_1$ およびそのときの位置（x1, y1）が測定できたこととなる。

【0073】S39は、入力偏光の切り替えを行う。これは、図9の偏波コントローラ27が光アイソレータ21に入射される光ビームの偏波面を少し回転させて光アイソレータから光ビームを出射し、出力コリメータ22の斜めカットしたファイバの入射面に入射させる。

【0074】S40は、光パワーの最小か判別する。これは、S39で図9の出力コリメータ22の斜めカットしたファイバに入射された光ビームの光パワーを、光パワーメータ23が測定し、光パワーの最小値か判別する。YESの場合には、S41に進む。NOの場合には、S39を繰り返し、光パワーが最小となる光アイソレータ24から出射する光ビームの偏波面に調整する。

【0075】S41は、XY調芯する。これは、既述したように、図9の光アイソレータ24を搭載したXステージ25およびYステージ26をX方向およびY方向に少しづつ移動させる。

【0076】S42は、S41で移動させた位置で光ビームがピークになったか判別する。これは、図9の出力コリメータ22の斜めカットしたファイバに入射された光ビームの光パワーを、光パワーメータ23が測定し、

光パワーのピーク（最大値）か判別する。YESの場合には、S43に進む。NOの場合には、S41を繰り返し、光パワーが最大となるXステージ25およびYステージ26のX方向およびY方向の位置を調整する。

【0077】S43は、S42のYESで光パワーのピークが検出されるように、アイソレータ24から出射される光ビームのX方向およびY方向の位置が調整されたので、そのときのXY座標（x2, y2）を記憶する。尚、この際、S39とS40、およびS41とS42とを交互に繰り返し、光パワーが最小となるように偏波面の調整と、光パワーが最大となるようにXY調整とを繰り返し、そのときのXY座標値の変動が所定閾値以下となつたときのXY座標値（x1, y1）を求めるようにしてもよい。

【0078】以上のS39からS43によって、光アイソレータ24の出力コリメータ22の斜めカットしたファイバに対して出射する光ビームの偏波面の回転角度およびXY位置の調整を繰り返し、ファイバに入射して光パワーメータ23で検出される光パワーが最小となるときの位置（x2, y2）を測定できることとなる。

【0079】S44は、S38で記憶したXY座標値（x1, y1）と、S43で記憶したXY座標値（x2, y2）とを平均した位置（（x1+x2）/2, (y1+y2)/2）に光アイソレータ24を、Xステージ25およびYステージ26で移動した後、光アイソレータ24と出力コリメータ22とを溶接して固定する。これにより、光アイソレータ24から出射される偏波面の異なる2つの光ビームが同時に出力コリメータ22の斜めカットしたファイバ面に入射してファイバに結合するときに入射した光の偏波面の変動によるファイバの結合効率の変動が相殺されて、光アイソレータ24を出力コリメータ22に調芯できたこととなる。

【0080】図11は、本発明の偏光説明図を示す。図11の（a）は正面図を示し、図11の（b）は上面図を示す。図11において、レンズは、既述した図9の光アイソレータ24の出射側の調芯済みのレンズであって、偏光されて分離された2つの光ビームB1および光ビームB2を出射するものである。

【0081】ファイバは、既述した図9の出力コリメータ22に取り付けて斜めカットして研磨したファイバであって、図示のように偏波面の異なる2つの光ビームB1、B2を結合するものである。

【0082】以上の図11において、図9および図10で既述したように、レンズから出射される1つの光ビームについて、光パワーが最大となる光ビームの偏波角度 $\beta_1$ およびXY座標値（x1, y1）を測定し、次に光パワーが最小の偏波角度でかつ光パワーが最大となるXY座標値（x2, y2）を測定し、両座標値の平均位置にレンズとファイバの相対位置を調整して固定することにより、2つの光ビームB1、B2をファイバで結合した

ときに光ビームの偏波面の変動による光パワーの変動が相殺され、変動が少ないように結合できるように、調整できることとなる。

【0083】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、デバイス3にレンズ5やフェルール9のXYZ調芯、θ調芯、ファイバの斜めカットによる影響を考慮したレンズの調芯、偏光して分離した光を検光子で合成して、ファイバに結合させるときのパワー変動を最小限にするファイバの調芯などを行う構成を採用しているため、簡易、正確かつ迅速に光デバイスを自動的に組み立てることができる。

【0084】これらにより、

(1) 従来、熟練者に頼り、長時間かけていたデバイス3に対するレンズ5の調芯、溶接、更にフェルール(ファイバ)の調芯、溶接に要する時間を大幅に短縮し、正確かつ簡単にできるようになった。

【0085】(2) また、同一のステージ1上でレンズ、フェルール(ファイバ)の組立を連続して行え、デバイスの着脱や移動を無くし、短時間に処理を行うことが可能となった。

【0086】(3) デバイス3とレンズ5の調芯を画像上で行うことができ、迅速に行うことが可能となった。

(4) ファイバの斜めカットによる出射ビームの屈折による影響をなくすレンズ5の平行移動する規定距離を計算して求め、この規定距離しだけレンズ5を移動させて1回の調芯で済むという高速処理が可能となった。

【0087】(5) 偏光無依存型光デバイス3から出射されて出力コリメータ22のファイバで1つの光ビームに合成するときに、光パワーが最大となる光ビームの偏波角度β1およびXY座標値(x1, y1)を測定し、次に光パワーが最小の偏波角度でかつ光パワーが最大となるXY座標値(x2, y2)を測定し、両座標値の平均の位置に調整して固定しているため、光ビームB1、B2などをファイバに結合させたときに光ビームの偏波面の変動による光パワーの変動が相殺され、変動が少ないように、自動調整して組み立てることが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の全体構成図である。

【図2】本発明の動作説明フローチャートである。

【図3】本発明の動作説明図(レンズ調芯)である。

【図4】本発明の動作説明図(ファイバ調芯)である。

【図5】本発明のレンズ/ファイバ調芯例(その1)で

ある。

【図6】本発明のレンズ/ファイバ調芯例(その2)である。

【図7】本発明の調芯フローチャートである。

【図8】本発明のレンズ調芯説明図(その1)である。

【図9】本発明の他の構成ブロック図である。

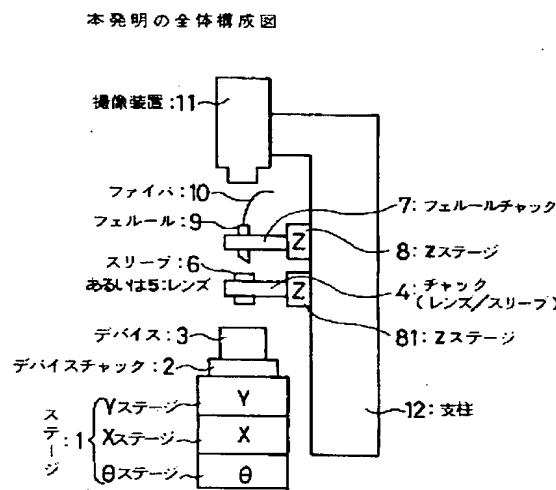
【図10】本発明の他の動作説明フローチャートである。

【図11】本発明の偏光説明図である。

【符号の説明】

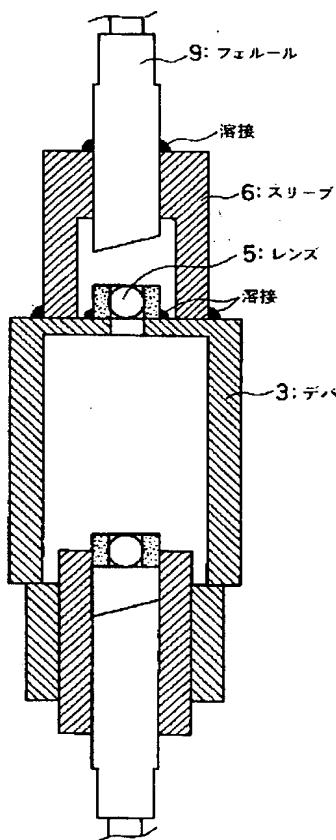
- 1:ステージ
- 2:デバイスチャック
- 3:デバイス
- 4:チャック(レンズ/スリーブ)
- 5:レンズ
- 6:スリーブ
- 7:フェルールチャック
- 8、81:Zステージ
- 9:フェルール
- 10:ファイバ
- 11:撮像装置
- 12:支柱
- 16:θステージ
- 17:光源
- 18:固定具
- 20:光センサ
- 21:Zステージ
- 22:出力コリメータ
- 23:光パワーメータ
- 24:光アイソレータ
- 25:Xステージ
- 26:Yステージ
- 27:偏波コントローラ
- 28:ステージドライバ
- 29:LD光源
- 30:制御コンピュータ
- 41:レンズ
- 42:スリーブ
- 43:フェルール
- 44:ファイバ
- 51:レンズ
- 52:レンズホルダ
- 53:スリーブ
- 54:フェルール

【図1】



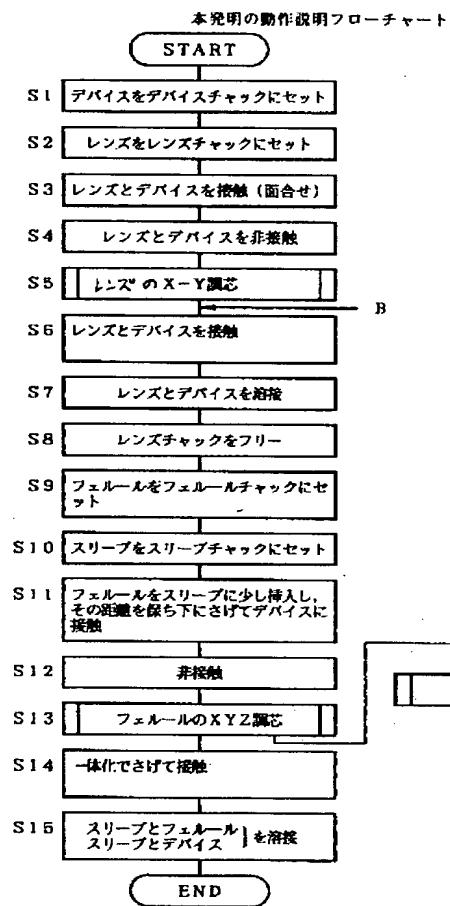
【図5】

本発明のレンズ/ファイバ調芯例(その1)



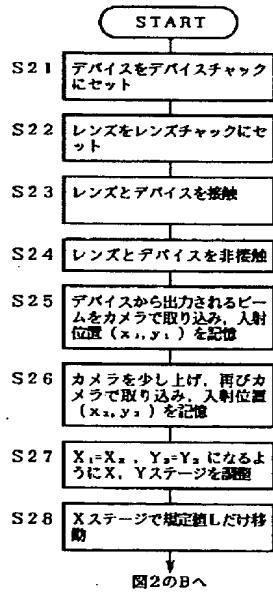
【図5】

【図2】

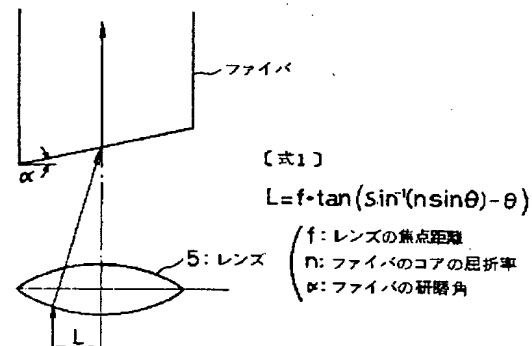


【図8】

本発明の調芯フローチャート

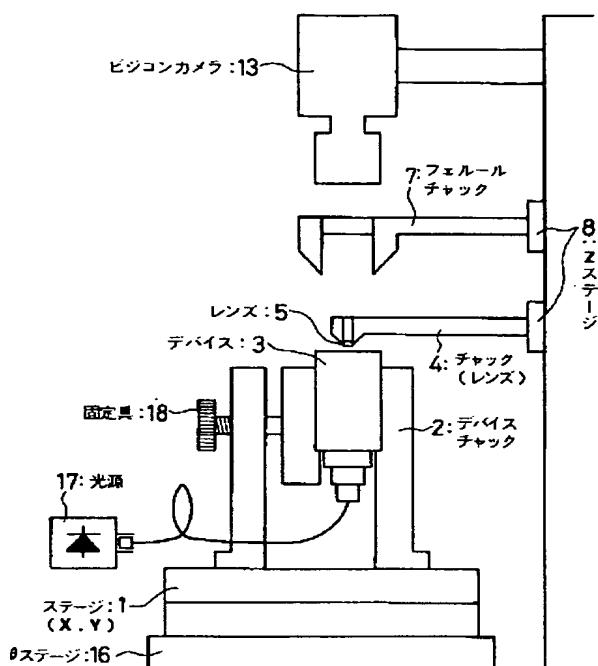


本発明のレンズ調芯説明図(その1)



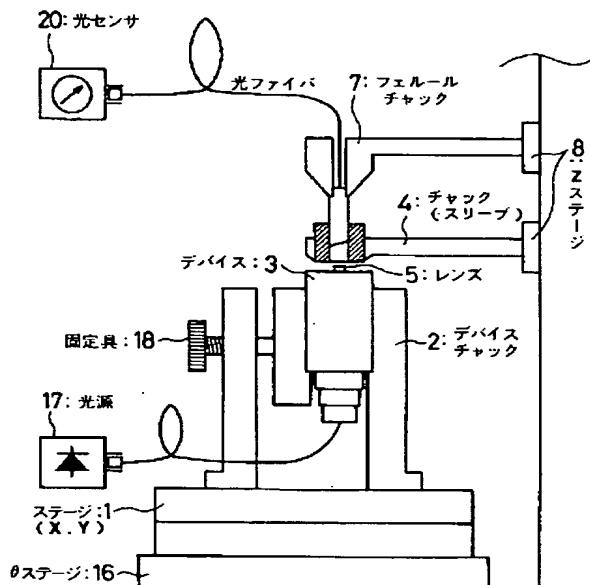
【図3】

本発明の動作説明図(レンズ調心)

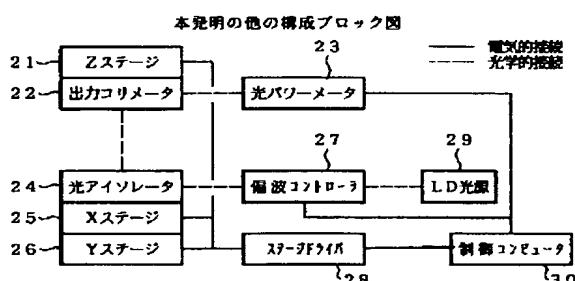


【図4】

本発明の動作説明図(ファイバ調心)

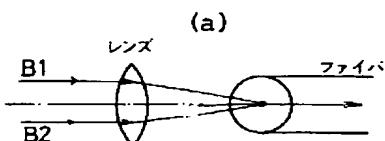


【図9】

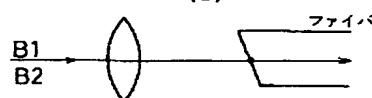


【図11】

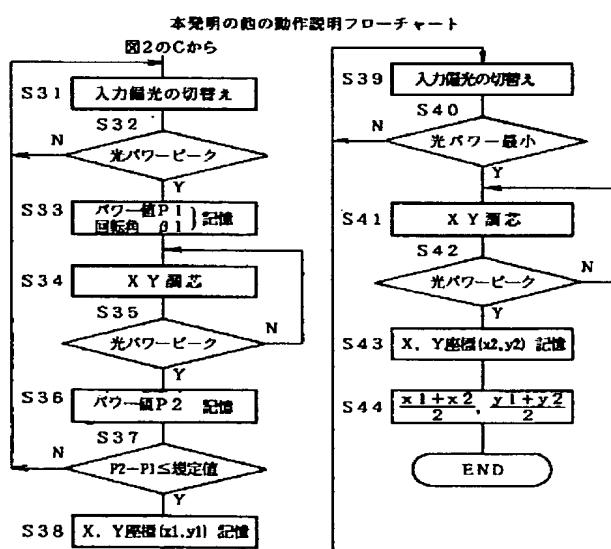
本発明の偏光説明図



(b)



【図10】



【図6】

本発明のレンズ／ファイバ調芯例（その2）

